<u>2</u>

特開2000-293693

(P2000-293693A)

	380	15/62	G06F		1/16	G08G
	S	9/04	G01V		1/00	COST
5H180	C	1/16	6086		8/10	G01V
5B057	415	15/62	GOOF		7/00	GOST
テーマコート・(参考)			1 d	裁別記号		(51) Int.CL?
月20日 (2000.10.20)	平成12年10月2	(43)公開日				

審査請求 未請求 請求項の数12 善面 (全 24 頁)

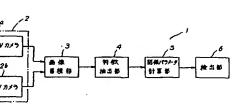
是共耳言於人			
井理士 被多野 久 (外1名)			
100078765	(74)代理人		
 			
兵庫県神戸市東麓区本山南町8丁目6番26			
前田第一	(72) 発明者		
号株式会社束芝関西研究所内			
兵庫県神戸市東農区木山南町8丁目6番26			
西海 城	(72) 兒明者		
神奈川県川崎市寺区類川町72番地		平成11年3月31日(1999.3.31)	(22)山城田
株式会社東芝			
000003978	(71)出國人 000003078	存置 中11 - 130451	(21)出版条字

(54) 【発明の名称】 障害物検出方法および装置

57) (成本)

(政盟)キャリプレーションを行うことなく走行中に展 助や路面自体に傾斜があつても路面上に存在する障碍物 を検出する。

(弊決手段) 複数の数を有する道路平面上の符音物質域を設出する符音物数出数图1。 時音物数出数图1は、道路平面を超影する2台のTVカメラ2a、2bと、TVカメラ2a、2bと、TVカメラ2a、2bによりそれぞれ最影された左頭像、右回像を兼付する画像蓄積器3と、この画像蓄積器3に蓄付された活頭像、右回像上に改された複数の数を抽出し、抽出した複数の数に基づいて活画像、右回像回の対応点を求める特数出出部4と、この特数加出部4によりなられた対応点に基づいて、道路平面上の任務の点のだめられた対応点に基づいて、道路平面上の任務の点のだの資金、右回像への投影位図の間に成り近つ関係式のバラメータを計算する関係式バラメータ計算されたバラメータ計算部5により計算されたバラメータ計算部5により計算されてバラメータによって現なる体さを有する領域を降雪物領域として後出する後出部6点を表する領域を降雪物領域として後出する検出部6点を表する領域を降雪物領域として後出する検出部6点を表する領域を降雪物領域として検出する検出部6点によった。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の線を有する面上の障害物領域を段出する障害物検出装置であって、

画像を撮影する複数の撮影デバイスと、この複数の撮影 デバイスによりそれぞれ撮影された複数の画像を記憶す る画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された複数 の画像上に投された前記複数の無を抽出し、抽出した複 数の数に基づいて前記複数の画像間の対応点を求める抽 出手段と、この抽出手段により求められた対応点に基づ いて、前記面上の任意の点の各画像への投影位置の間に 成り立つ関係式のパラメータを評算するパラメータ計算 手段と、このパラメータ計算手段により計算されたパラ メータにより定まる関係式に基づいて前記面に対して現 メータにより定まる関係式に基づいて前記面に対して現 なる所さを有する領域を切容物領域として検出する検出 手段とを備えたことを特徴とする超音物検出技聞。

【請求項3】 前記抽出手段は、前記基準調像上の複数の約および前記基準調像に対する前記参照調像上への投 の約および前記基準調像に対する前記参照調像上への投 影直線に基づいて前記基準調像および前記参照調像間の 対応点の組を求めており、

前記パラメータ計算手段は、前記抽出手段により求められた前記基準画像および前記参照画像周の複数の対応点の組に基づいて、前記而上の任義の点の前記基準画像および前記参照画像に対する投影位置の間に成り立つ関係式のパラメータを求める手段であることを特徴とする請求項2記載の原当物該出装置。

(請求項4) 商記前出手段は、前記基準画像上の複数の数の内の一本の数1上の第1の複数の点と前記参照画の数の内の一本の数1上の第1の複数の点と前記参照画像上の投影級との交点を第1の複数の内の1以外の1本の数上の第2の複数の点と前記参照画像上の投影線との交点を第2の複数の点と前記参照画像上の技ど線との交点を第2の複数の対応点として求めることにより、前記第1の複数の点および第1の複数の対応点の組と前記第2の複数の点および第2の複数の対応点の組とを求めるようにしたことを特徴とする請求項3記載の顧音物換出数

(副米項5) 前記校出手段は、前記法や画像上の任意の点が前記画上に存在すると仮定した場合に、前記任意の点が前記画上に存在すると仮定した場合に、前記場系式の点に対応する前記参照画像上の対応点を、前記場の形式に基づいて求め、前記基準画像上の任意の点の類段と求められた前記参照画像上の対応点の類段とを比較することにより、前記基準画像上の任意の点が前記前に対して異なる高さを有する障害。

.3

特開2000-293693

2

物領域に属するか否かを判定するようにしたことを特徴とする請求項3または4記載の阿審物検出装置。

(前来項6) 前記検出手段は、前記参照画像を、当該参照画像の任意の点が前記面上に存在すると仮定した場合に、前記基準撮影デバイスで得られる画像に変換する変換手段と、前記基準画像と前記変換手段により変換された参照画像との差異を計算し、計算された差別に基づいて、前記参照画像上の任意の点が前記面に対して現なる高さを有する障害物質域に属するか否かを判定する洗鬼計算手段とを備えたことを特徴とする請求項3または4記載の闷害物換出装置。

【請求項7】 向記差毀計算手段は、向記基準画像と向記数換参照画像との差分を取ることにより向記逸異を計算するようにしたことを特徴とする請求項6記載の紹復物設出装置。

(前米項8) 前記語級計算手段は、前記参照画像上の任意の点に対して、この点を中心としたウインドウを設定し、設定したウインドウ内の前記基準画像および前記変換参照画像間の輝度値の正規作相互相関を計算することにより遊毀を計算するようにしたことを特徴とする語以項6記載の陪容物後出装置。

【請求項9】 向記面は実空間で移動する移動体が走行する路面であり、前記隔音物検出装置を向記移動体に搭載したことを持数とする請求項1乃至8の内の何れか1 別記載の和音物検出装置。

(請求項10) 前記校出手段により校出された原音物 領域に対して前記移動体を移動させる移動指示情報が選 られた際に、前記移動体の前記障害物領域への移動を回 避するための所定の処理を行う手段を備えたことを特徴 とする請求項9記載の障害物校出装置。

【辯求項11】 前記画像記憶手段により記憶された少なくとも1つの画像を、前記段出手段により段出されたなき物領域を当該画像上の他の安全領域の表示態様とは現なる態様で表示する表示手段を備えたことを特徴とする部状項10記載の知事物検出装置。

【請求項12】 複数の線を行する而上の障害物質域を 検出する障害物検出方法であって、

複数の画像を撮影するステップと、撮影ステップにより 撮影された複数の画像を記憶するステップと、この記憶 ステップにより記憶された複数の画像上に设された向記 複数の類を抽出し、抽出した複数の数に基づいて向記複 数の画像川の対応点を求めるステップと、このステップ により求められた対形点に基づいて、向記而上の任意の 点の各画像への投影位置の間に成り立つ関係式のパラメ ータを計算するステップと、このパラメータ部質ステップにより計算されたパラメータにより定まる関係式に基 づいて向記而に対して異なる高さを有する領域を知書物 領域として検出するステップとを備えたことを特徴とす る知書物検出方法。

【発明の詳細な説明】

[発明の属する技術分野] 道路等の面上を走行する自動 り、先行車等の他車両や歩行者等の道路上に存在する自 **車等の車両の選帳を支援するために、TVカメラによ**

ボ阿以外の物体 (以下、障害物と定義する) を検出する 【従来の技術】道路上の障害物を検出するための技術 障害物検出方法および装置に関する。

は、その障害物検出手段としてレーザや超音波等を利用 するものと、TVカメラを利用するものとに大別され

る。これに対し、複数台のTVカメラを用いる方法は3 30 一ザ自体が高価であるため、非実用的である。また、障 テレオ視とは、例えば2つのカメラを左右に配置し、3* 皆物検知手段として超音波を利用する方式は、超音波の 1台のTVカメラを使用する方法は、そのカメラで撮影 る。障害物検出手段としてレーザを利用する方式は、レ 解像度が低いため、障害物の検出精度に問題があり、こ **寛音物検出手段としてTVカメラを使用する方式は、T** Vカメラ自体が比較的安価であり、その解像度や計測精 度、計測範囲等の面からも障害物検出に適することが分 かっている。近路上の障害物検出手段としてTVカメラ それ以外の領域を障害物領域としている。 しかしな テクスチャを有する障害物も数多く存在するため、この これは一般にステレオ視と呼ばれる検出方式である。ス を用いる場合、1台のTVカメラを使用する方法と複数 (模様) 等の情報を手がかりにして道路領域と障害物領 域とを分離する。例えば、画像中で彩度の低い中程度の **輝度領域、つまり灰色の領域を抽出して道路領域を求め** たり、テクスチャの少ない領域を求めて道路領域を加出 がら、道路上には、道路に類似した輝度、色、あるいは 方法で障害物領域と道路領域とを区別するのは困難であ れも実用性を阻害している。上記2つの方式に対して、 次元情報を手がかりにして道路上の障害物を検出する。 台のカメラ(ステレオカメラ)を使用する方法がある。 した1枚の画像から、輝度や色、あるいはテクスチャ

かじめ求めておくと、ステレオ視により、回像中の任意 三角側畳の要領で、その点の3次元位置を求めるもので ある。各カメラの道路平面に対する位置や姿勢等をあら の点の道路平面からの高さを得ることができ、この高さ の有無により、障害物領域と道路領域とを分離すること ができる。このステレオ視を用いた障害物検出方式によ れば、1台のカメラを用いた場合で区別することが困難 であった道路に類似した輝度、色、あるいはテクスチャ を有する障害物を道路領域と区別して検出することが可 の任意の点のワールド座標系 (絶対座標系) に対する3 次元位置を求める技術であり、このためには、あらかじ め各カメラのワールド座標系に対する関係(位置、姿勢 (撮影方向等)、カメラレンズの焦点距離等)に関する ブレーションと呼ぶ。キャリブレーションは、ワールド 座標系に対する位置が既知の多数の点を用意し、それら るカメラの位置や姿勢、カメラレンズの焦点距離等に関 する関係式パラメータを算出する作業である。しかしな 時間と労力を必要とするという問題がある。そこで、画 **亊物、高さ無し→道路平面として、障害物を検出する方** 式が考え出されている。このとき、道路平面からの高さ **能である。ところで、通常のステレオ殻技術は、画像上** 以下、関係式パラメータを求める作業(処理)をキャリ の点の画像への投影位置を求め、ワールド座標系に対す がら、上記キャリブレーション作業を行うには、多大な 像上で道路領域と障害物領域とを分離することのみに着 **目して、キャリブレーションを行うことなく、道路平道** からの高さの有無を判別し、高さ有り→道路平笛上の路 *次元空間中で同一点である点を左右画像間で対応づけ、 パラメータ(関係式パラメータ)を求める必要がある。

(数1)

の有無は、以下のようにして判別できる。道路平面上の

点の左右画像への投影点を (n, v), (n, v))

(T) $h_{21}u + h_{22}v + h_{23}$ h31 u + h32 v + h33 h11 u + h12 v + h13 h31 u + h32 v + h33

関係式パラメータである。hは、予め道路平面上の4点以上の左右面像への投影 という関係式が成り立つ。なお、h= (h||, h||, h||, h||, h|| 23, ho1, ho2, ho2) T (Tは低置記号) は、名カメラの道路平面に対する 関係(位置と姿勢、さらに、各カメラのレンズの魚点距離、画像原点等)を扱す 唐 (nī, vī)、 (nī, vī) (i=1, 2, …, N) から求めておく。 ・が道路平面上に存在すると仮定した場合の右面像上の対 この関係式を用いて、左頭像上の任意の点P (u, v) 50 応点P'(u', v')を求める。点Pが道路平面上に

P'の輝度の追いが大きい場合には、点Pは障害物領域* で、2点の輝度の遊は小さくなる。したがって、点Pと 存在すれば、点PとP、が正しい対応点の組となるの

*に属すると判定することができ、キャリプレーションを

特開2000-293693

3

行うことなく障害物の判定を行うことが可能である。 いては、道路平面と各カメラとの間の幾何学的な関係は変わらないため、一度永 上述した選路平面からの高さの有無により障害物を検出する方式は、ステレオ **視用の複数台のカメラが固定している際、すなわち、車両が停止している際にお** めた関係式パラメータトを使って、道路平面上に存在する障害物を検出可能であ [9,2]

障害物検出装置は、超音波やレーザを検出手段として利× [発明が解決しようとする課題] 上述したように、複数 台のTVカメラを用いて道路平面からの高さの右無によ りキャリブレーションを行うことなく障害物を検出する

※用する装卸と比べて安値で、かり被出結度が高く、しか かかる時間および労力を低減するという多くの利点を有 も、キャリブレーション作業を不川にして障害物検川に している。

[443]

しかしながら、上記道路平面からの高さの有無により障害物を検出する障害物 彼山装置において、車両が走行している場合には、車両自体の振動や道路の傾斜 の変化等のため、道路平面と各カメラとの間の相対的な位置や姿勢等の関係は時 々刻々変化する。すなわち、車両走行中においては、道路平面と各カメラの幾何 学的関係は絶えず変化するため、関係式パラメータhも変化し、障害物の検出精 度が若しく低下するという問題があった。

た複数枚の画像から、画上の2本以上の数の投影像を抽 出し、抽出した投影像から面と各カメラとの幾何学的な 本発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、エビポ 一ラ拘束のみが既知な複数のTVカメラを用いて撮影し で、走行中に振動や路面自体に傾斜があつても、路面上 に存在する障害物を検出することができる障害物検出方 関係を求めることにより、キャリプレーションが不要 法および装置を提供することをその目的とする。

位手段と、この画像記憶手段に記憶された複数の画像上 に表された前記複数の線を抽出し、抽出した複数の線に とを備えている。第1の発別において、前記複数の撮影 デバイスの内の10の基準協談デバイスにより協談され 【似題を解決するための手段】上述した目的を達成する ための第1の発明によれば、複数の線を有する面上の障 **宙物領域を検出する障害物検出装置であって、画像を撮** おする複数の協路デバイスと、この複数の協勝デバイス によりそれぞれ撮影された複数の画像を記憶する画像記 タにより定まる関係式に基づいて前記面に対して異なる 高さを有する領域を帰害物領域として検出する検出手段 前記面上の任意の点の各画像への投影位置の間に成り立 と、このパラメータ計算手段により計算されたパラメー と、この抽出手段により求められた対応点に基づいて、 基づいて値記複数の画像間の対応点を求める抽出手段 つ関係式のパラメータを計算するパラメータ計算手段

た画像を基準画像とし、残りの撮影デバイスにより撮影 された画像を参照画像としたとき、前記基準画像上の任 意の点に対応する前記参照画像上の対応点は、前記基準 画像上の任意の点と前記基準撮影デバイスの視点とを結 ぶ直線の前記参照画像上への投影直線上に拘束される。 2

の交点を第1の複数の対応点として求め、前記基準画像 第1の発明において、好適には、前記抽出手段は、前記 参照回像上への投影直線に基づいて前記基準画像および **一夕計算手段は、前記抽出手段により求められた前記基** や画像および前記参照画像間の複数の対応点の組に基づ 上の複数の数の构の1以外の一本の数上の第2の複数の 基準画像上の複数の線および前記基準画像に対する前記 前記参照画像間の対応点の組を求めており、前記パラメ いて、前記面上の任意の点の前記基準画像および前記参 照画像に対する投影位置の間に成り立つ関係式のパラメ 前記抽出手段は、前記基準画像上の複数の数の内の一本 の様1上の第1の複数の点と前記参照画像上の投影線と 点と前記参照画像上の投影線との交点を第2の複数の対 ータを求める手段である。第1の発明において、特に、

び第1の複数の対応点の組と前記第2の複数の点および 第2の複数の対応点の組とを求めるようにしている。第 1の発明において、好適には、前記検出手段は、前記基 単画像上の任意の点が前記面上に存在すると仮定した場 合に、前記任意の点に対応する前記参照画像上の対応点 **応点として求めることにより、前記第1の複数の点およ**

20

9

| 前記参照画像上の対応点の輝度とを比較することによ て求め、何門基格國像上の任義の点の類度と求められた を、仲紀関係式パラメータにより定まる関係式に基づい

ップと、紐影ステップにより扭影された複数の画像を記 級手段により変換された参照画像との差異を計算し、計 10 れる画像に変換する変換手段と、前記基準画像と前記変 在すると仮定した場合に、前記基準撮影デバイスで得ら 記参照画像を、当該参照画像の任意の点が前記而上に存 にしている。第1の発明において、前記検出手段は、前 高さを有する障害物質域に属するか否かを判定するよう なる高さを有する飢壊を暗害物領域として検出するステ た複数の数に基力いて自動複数の固像回の対応点を求め 位するステップと、この記憶ステップにより記憶された 20 る知労物役出方法であって、複数の画像を提影するステ によれば、複数の線を有する而上の陥穽物領域を検出す 戦している。上述した目的を達成するための第2の発明 する路面であり、前記隔垂物検出装置を前記移動体に搭 発明において、前記面は変空間で移動する移動体が走行 か否かを判定する差異計算手段とを備えている。第1の 仰記面に対して異なる高さを有する知咨物質域に属する 算された接頭に基力です、前部参照画像上の任意の点が り、何記基格画像上の任義の点が治記面に対して異なる 間に成り立つ関係式のバラメータを計算するステップ **基力いて、前記面上の任意の点の各画像への投影位置の** るステップと、このステップにより求められた対応点に 複数の画像上に扱された質認複数の線を抽出し、抽出し メータにより定まる関係式に基力いて前記面に対して異 と、このパラメータ計算ステップにより計算されたパラ

の道路平面上に存在する障害物を検出する状況を想定 而の傾斜等により時々刻々変化する道路平而と各TVカ 右2台の画像協路デバイス(TVカメラ、ステレオカメ 参照して説明する。なお、本実施形態においては、自動 ップとを選えている。 台のTVカメラ(左側TVカメラ2a、右側TVカメラ 沿1は、自車両に係る3次元笠間内の共通の面である例 道路平面上に存在する障害物を検出し、検出した障害物 メラとの幾何学的関係状め、その幾何学的関係を用いて **川両に搭載されており、自巾両の走行時の援動や道路平** 実施形態の除音物検出装置1は、道路平面上を走行する 街物検出装置1の復略構成を示すプロック図である。本 処理について説明する。図1は、本実施の形態に係る路 し、その想定状況での障害物検出装置による障害物検出 う)から、その赴行方向前方における歩行者や先行車等 中等の路面 (道路平面) 上を走行する車両に搭載した左 **協好された順保(右順保)を游符(記憶)するための画 20.** 撮影された画像(左画像) およびTVカメラ2 bにより 2b) を有する画像攝影館2と、TVカメラ2aにより えば走行方向前方の道路平面上の画像を撮影する左右2 を投示するようになっている。すなわち、阿密物検出装 【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を添付図面を 30

像蓄視部3と、左画像および右画像上において特徴とね

すように、上記道路平面上の2本の線を、道路平面両端 昭6とを備えている。本実施形態においては、図2に示 された特徴級に基づいて関係式パラメータを計算するパ る2本以上の線を抽出するための特徴抽出第4と、抽出 a、2bの焦点距離を切り換えることにより、道路平面 て、この点を陥留物(降留物領域)として検出する検出 **づいて道路平而に対して異なる高さを有する点を求め** ラメータ計算部5と、計算された関係式パラメータに基 左画像IL上の点kと左側TVカメラ2aの視点 この画像を参照画像とも呼ぶ)上での点(対応点)

遊の対応点の組 (u i、 v i)、 (u i '、 v i ') (1=1, 2, ..., N) Kt.

柚、このY軸に対して道路平面に沿って直交する方向を 画像撮影部2は、左右2台のTVカメラ2a、2bによ の2本の白猿 (1, 1') とし、直隸1, 1'方向をY 廃資外のX値方向に沿った左右に使べて取りしけられて a、2 bは、例えば所定間隔を空けて、例えばワールド り道路平面上の2枚の画像(左画像IL、右画像IR) やサイド方向であってもよい。また、各TVカメラ2 おり、その撮影方向は、走行車両の前方に限らず、後方 をそれぞれ撮影するようになっている。各TVカメラ2 X軸とするワールド座標系(絶対座標系)を設定する。

の点とに対応する他方の両像(本実施形態では右面像と は左画像とし、この画像を基準画像とも呼ぶ)上の任意 対して成り立つ拘束であり、一方の画像(本実施形態で こで、エピポーラ拘束とは、一般的なステレオカメラに るとし、走行中に変化しないように構成されている。 る位置や姿勢は未知で、エピポーラ拘束のみが既知であ のTVカメラ2a、2bは、そのワールド座標系に対す うことも可能である。そして、本実施形態における2台 (路面) の状況に応じて、広角撮影および望遠撮影を行

製上に拘束されることを意味する。この直線のことをエ k'は、図3に示すように、その右面像IR上のある直 味する。エピポーラ拘束は以下のようにして求めてお ピポーララインELと呼ぶ。このエピポーララインEL 束が不変であるということは、ステレオカメラ2a、2 の焦点距離、画像原点等に依存するため、エビボーラ拘 a、2bの内部パラメータ、すなわち、各カメラレンズ 2 b) 間の相対的な位置・姿勢の関係と、各カメラ2 ステレオカメラ(左側TVカメラ2a、右側TVカメラ ポーララインと走査模は一致する。エピポーラ拘束は、 画像IR上における同一走査数上に存在するので、エピ 1 L上の任意の点の右画像 1 R上での対応点は、その右 ラ2a、2bの光軸を平行に配置した場合には、左画像 れらを結ぶことにより定められる。例えば、各TVカメ へ。今、ステレオ画像(左画像IL、右画像IR)の任 bの相対的な位置関係等が走行中に変化しないことを意 (レンズの中心点位置)とを右画像IR上に投影してそ

6

特開2000-293693

5

 $(u_i', v_i', 1) F (u_i, v_i, 1)^T = 0$ (2)

からマトリクスFを求めることができる。すなわち、マ り立つ。8 組以上、すなわち、N=8以上の対応点の組 るため、ワールド座標系に対する3次元位置が既知な点* トリクスFを対応点の組のみを用いて求めることができ 10 (但し、Fは、3×3のマトリクス) という関係式が成

応点は、右画像IR上の直線 *を用償する必要がなへ、前述したキャリプフーション処 スFが求まると、左回像IL上のある点 (u, v) の対 理(作業)に比べて、非常に簡単な処理によりマトリク スドを求めることができる。このようにして、マトリク

 $(F_{11}u + F_{12}v + F_{13})u' + (F_{21}u + F_{22}v + F_{23})v' + (F_{31}u + F_{32}v + F_{33}) = 0$

点の右面像IR上の対応点A'、B', C', D'を、※ 点(消失点)V、V、を持ち、V、はVのエピポーララ 直線(白梨)1、1、をそれぞれ抽出する。なお、上記 画像IL、右画像IR)上において、道路両端の2本の 最初に、画像蓄積部2により蓄積された2枚の画像(左 モリにそれぞれ蓄積するようになっている。特徴抽出部 り撮影された2枚の画像(左画像IL、IR)を画像メ しており、画像撮影部2の各TVカメラ2a、2bによ 行 j 列の要素である。画像蕃積部3は、画像メモリを有 て、Fi」(i.j=1.2.3)はマトリクスFのI る。すなわち、式 (2) がエピポーラ拘束を表す。ここ 20 上にあることとなり、これがエピポーララインELとな 殻1上の任意の2点を各々A、C、直線1、上の任意の 直殺1と1。は左右画像11、18上において、各々交 2本の直線抽出は、Hough変換等を用いて行なう。 4は、演算処理プロセッサおよびメモリを有しており、 2点を各々B、Dとすると、特徴抽出部4は、これら4 ことが可能である。このとき、左画像11上における直 インLv上にあることを利用すれば、計算風を削減する

※エピポーラ拘束を用いることにより求める。 すなわち、 点Aの対応点A、は、右画像IR上において、直線1と 点AのエピボーララインしAの交点として求めることが c, vc), (ub, vb), (u'A, v'A), への投影点をそれぞれ (u, v), (u', v')とす 求められた4組の点の対応関係に基づいて、道路平面上 セッサおよびメモリを有しており、特徴制出部4により v D)とする。パラメータ計算部5は、演算処理プロ **夕を、それぞれ (иа、 va) , (ив、 vв) , (и** B, C、Dおよび点A'、B'、C'、D'の密模デー として求めることができる。ここで、得られた点A, B、C、DのエピポーララインLB、LC、LDの交点 でき、同様に、点B'、C'、D'も、それぞれ、点 平面上の任意の点P (X, Y) の左右面像IL, IR上 パラメータ (関係式パラメータ) を計算する。今、道路 IR上の投影点(u'、v')の間に成り立つ関係式の の任意の点の左画像IL上の投影点(ロ、v)と右画像 (u' B, v' B), (u' c, v' c), (u' D,

なる関係式が成り立つ。 h₁₁u+h₁₂v+h₁₃ h 31 u + h 32 v + h 33 h31 u + h32 v + h33 h₂₁ u + h₂₂ v + h₂₃ * (外4) (4)

33)「(丁は転置記号)は、各カメラ2a、2bのワールド座標系(道路平面) ここで、h= (h₁₁, h₁₂, h₁₃, h₂₁, h₂₂, h₂₃, h₃₁, h₃₂, h

に対する位置や方向、カメラレンズの焦点距離、面像原点等によって決まる関係 式パラメータである。

すなわち、パラメータ計算節5は、上記関係式パラメータhを特徴検出節4で 求められた4つの対応点の組 { $\{u_\Lambda,\ v_\Lambda\}$, $\{u'_\Lambda,\ v'_\Lambda\}\sim \{u_D,\ v_D\}$ * * [9/5] , (u'o、v'o) に基づいて計算する。

今、1つの解わが上式(4)を満足するならば、そのわを定数は借した比わも よ式を満足するため、h₃₃=1としても一般性を失わない。したがって、上式 %10 % [4/6]

(4) において hヵ=1として分母を払って整理すると、

* * [数5]

 $u' = h_{11}u + h_{12}v + h_{13} - u' (h_{31}u + h_{32}v)$ $v' = h_{21} u + h_{22} v + h_{23} - v' (h_{31} u + h_{32} v)$

し8本の組立方程式が得られる。そこで、パラメータ計算即5は、上記8本の通 , v_B), (u'_B, v'_B) , (u_c, v_c) , (u'_c, v'_c) , (u_D, v_D) , (u'o、v'o) がそれぞれ満足するため、8つの未知パラメータわ,1~h3gに対 立方程式を解くことにより、関係式パラメータh,1~h,1を求め、これらh,1 上記方程式(5)を4組の対応ペア{(uʌ、vʌ),(u'ʌ,v'ス)、(u \$ \$ {M,7}

~hゥゥとhゥゥ=1より、関係式パラメータhを求めることができる。

◆いて求める。今、求められた点P' (u', v') の脚

1 R 上での対応点P" (u, v)を前掲 (4) 式に基づ◆ おり、左画像IL上の任意の点P (u, v)の輝度をB 存在すると仮定した場合の上記点P (u, v) の右画像 皎出部6は、演算処理プロセッサおよびメモリを有して L (n, v) とし、この点P (n, v) が道路平面上に

5. **すなわち**,

[数6]

道路平面上に存在すれば、点PとP、は正しい対応点の 組となるから、基本的には点PとP'の制度が同じにな

度をBk (n, v) とすると、点P (n, v) が実際に

(煙灰器だー・一) $D = \{B_L(u, v) - B_R(u', v') \mid$

とした場合、検出部6は、D≠0, あるいは観差を考慮 し、D>Thr (Thrはあらかじめ数定した図像)と

なる点Pを暗掛物領域に属すると判定し、この点Pを隔 **亊物として検出することができる。**

œ

特開2000-293693

以上述べたように、本実施形態の障害物検出装置1によれば、道路面上の複数 の線を用いて、各カメラの道路面との関係を表すパラメータhを求め、この関係 式パラメータトに基づいて道路平面上の障害物領域を検出することができるため

ឧ **修炼の障害検出処理を行う際には、エピポーラ拘束は、*** に、検出部6により検出された障害物質域情報および自 向上に寄与することができる。さらに、本実施形態の変 レイ8に扱示し、後田部6により後出された韓害物領域 表示処理(例えば、安全領域を緑の表示色、障害物領域 左画像1L上の障害物領域の座標位置に重畳表示する処 るため、ディスプレイ8を祝認することにより、運転手 ペて車両に搭載し、TVカメラ2a、2bにより2枚の したがって、障害物(障害物検出領域)の検出精度を向 上させることができ、中両の安全性・信頼性の一層の向 中両における例えば運転手のハンドル操作に応じた運転 方向指示情報に基づいて警報発生処理を行う警報発生部 7を散けておくことにより、運転手のハンドル操作によ り、自車両を障害物領域(障害物)に向かわせるための **運転方向指示情報が警報発生部7に送られると、警報発** 生部7は、障害物領域情報および運転方向指示情報に基 づいて自車両が障害物領域に向かって走行することを判 形例として、図6に示すように、自中国内の運転手が視 **認できる位置に取り付けられたディスプレイ8と、国像 蓄積部3に蓄積された例えば左画像11をそのディスプ** 情報に基づいて、上記左回像ILに対して、障害物領域 以外の安全領域と障害物領域との表示態様を異ならせる を赤の表示色にする処理や、障害物領域を没すマーカを 理等を行う画像処理プロセッサ9とを散けてもよい。こ のように構成すれば、走行車両の前方に存在する障害物 の視界の死角に存在する障害物等を容易かつ確実に認識 することができ、車両の安全性・信頼性の一層の向上に 画像撮影部2の2台のTVカメラ2a,2bを左右に並 画像を撮影しているが、これら2台のカメラ2a、2b は、エピポーラ构束を維持し、自車両に係る共通の平面 をそれぞれが撮影可能であれば、どのように配置しても よい。また、3台以上のTVカメラを車両に配置するこ 領域と安全領域とがディスプレイ 8 上で明確に識別でき 上に寄与することができる。例えば、図5に示すよう 断し、磐粗を発生する。この結果、走行車両の運転手 **寄与することができる。なお、本実施形態においては、**

画像を8'(u、v)とすれば、画像変換部10は、以 て表現できる。以下では画像をこのように表現する。例 えば、図8に示すような、先行車両を含むステレオ画像 (u, v) 、右頭像をg (u, v) 、右面像の変換後の (参照画像) 上での対応点k, が各参照画像上のある団 は左回像1Lおよび右画像1R上の4組の点の対応関係 組以上の対応関係から得られる10本以上の連立方程式 後出部6は、さらに図7に示すように構成することも可 能である。この変形例において、検出部6は、画像変換 部10、 芸異計算部11を備えており、これら画像変換 部10、差異計算部11は、演算処理プロセッサの処理 機能として具体化される。画像変換部10は、参照画像 一般に、画像は画像上の点(n, v)を変数とし、その 各点に対して順度値が定義された関数f(n,v)とし **数上に拘束されることを意味する。また、特徴抽出部4** い。この場合では、パラメータ計算部5により、その5 である右回像IRを以下の手順に従って画像変換する。 *3枚以上の撮影画像の中の1枚の画像を基準画像とし、 を最小自乗法等を用いて解くことも可能である。また、 その基準画像上の任意の点とに対応する残りの各画像 を求めたが、5組以上の対応関係を同様に求めてもよ (左回像、右画像) が撮影されたとし、左画像を f Fのように、蛟梭画像g′(n, v)を求める。 (数7)

路平而上に存在すると仮定した場合に、左側TVカメラ 画像g'(u', v')との間の差分(画楽間差分)を 取ることにより、道路平面上の障害物を検出することが g' (u, v) は、剛像g (u, v) 上の任意の点が道 2 a で得られる画像である。例えば、図9に示す右画像 (u', v') が得られる。図10に示すように、道路 平面上にある点の投影点は、左画像f(n,v)と変換 画像g'(u', v')で同一となるのに対し、道路平 **両)上の点は、道路からの高さに応じて異なる位置に投** 粉される。したがって、この左回像f (n, v) と変換 但し、(u', v')は、前掲式(4)により求める。 面上にない点、すなわち、障害物(この場合は先行車 g (n, v) からは、同図に示すような変換画像g' g'(u, v) = g(u', v') (7) 可能である。すなわち、楚異計算部11は、

(8) (脚を架は一・一) $D' = \{f(u, v) - g'(u, v)\}$

菜間遊分をとることによって2枚の画像(荘画像、右画 することができる。また、校出館6の差異校出部は、画 属すると判定し、この点(u, v)を腎癖物として校出 あるいは観控を考慮し、D′>Thr(Thrはあらか で表される統分D。を計算し、このD。が、D。≠0、 じめ数定した図値)となる点(u, v) を陪倍物領域に

[数9]

*ものではない。例えば、検出部6の差異検出部は、各画 ウインドウ内の輝度値の正規化相互相関のを計算して説 異を検出することも可能である。この場合、2枚の画像 て (2 m + 1) × (2 m + 1) のウインドウを設定し、 (u, v) CH. (左面像、右面像) F (u, v), G (u, v) の点 (左画像、右画像)の対応する各点(各画案)に対し

$$C = \frac{1}{N} \underbrace{\frac{\theta}{1}}_{1=-\theta} \underbrace{\frac{\theta}{\xi} = -\theta} \underbrace{\frac{(F(u+\xi, v+\eta) - a_1)(G(u+\xi, u+\eta) - a_2)}{\sigma_1 \sigma_2}}_{(F(u+\xi, v+\eta) - a_1)(G(u+\xi, u+\eta) - a_2)}$$

貸されたTVカメラからの路密物校出に関して規則した ころで、本実施形態では、道路而上を走行する中両に格 算部の関係式パラメータ計算処理および検出部6の経費 した特数抽出部4の特数抽出処理、関係式パラメータ計 においては、図1に示した各プロック構成製媒4~6そ **い路海牧を改出することができる。さらに、本実施形態** 説明したが、曲面の場合であっても、平面の場合と同様 きる。また、本収施形態では、道路面を平面と仮定して **祭として抽出すれば、同様に路路物を吸出することがた** る場合には白梨は曲梨となる。この場合には、白梨を曲 本の白皙を貞葉として笹出したが、道路がカープしてい ことができる。また、本収施例では近路平而の両端の2 示したように構成しても、障害物質域を容易に検出する ようになっている。上述したように、校III部を貿形図に 資足する点(u. v)を腎密物質域に属すると判定する 対達C<Thr (Thrはあらかごめ転伝つた図画) を の輝度の分散である。このとき、差異計算部11は、計 2 女の国像 F (u, v), G (u, v) のウィンドウ内 v) のウインドウ内の雰囲の浮む、σ21、σ22は、 1), a1、a2は2枚の画像F(u, v)、G(u, で扱される。ここで、N= (2ω+1) × (2ω+ 物校出処理を行うように構成することも可能である。と く、1つの演算処理プロセッサおよびメモリにより上述 と説明したが、本発明はこれに限定されるものではな れぞれが演算処理プロセッサおよびメモリを有している 8

画像を用いることにより、連続した障害物検出処理を行 の画像間で補正処理を行うことが必要である。その他、 なお、車両に搭載されたTVカメラと道路監視用カメラ に加えて、耳両に搭載するTVカメラの台数を減らすこ ラ16から無線通信装置17を介して送信された第1の て、自車両15の現在の走行位置に近い方の監視用カメ したステレオ視技術に基づく処理を実行することによ 5により指別された画像(第2の画像)に指力いて上述 総由して及け取り、この画像(第1の画像)と自中向1 れた道路院視用カメラ16の画像を無線通信装置17を する阿容物検出装置1 a は、その走行位置近伤に設置さ わち、中間15に搭載された1台のTVカメラ2Aを有 に基づく障害物検出処理を行うことも可能である。すな の画像を利用することにより、上述したステレオ規技術 本発明の要皆を逸脱しない範囲内であれば、如何なる変 との大きさが異なる場合には、得られた第1および第2 とができ、障害物検出装置のシステムが簡素化される。 うことができる。このように構成すれば、上述した効果 に例えば所定間隔毎に設置された道路監視用カメラ16 競害物検出装置1 a は、自車両15の走行に応じ 道路上の阿密物を検出することが可能である。そし

せることができる。 **咨物を検出することができ、その実用性を大幅に向上さ** 援助や道路平面に傾斜にある場合でも、安定に面上の質 **線検出等の簡単な処理により求めているため、走行中の** 行者等の障害物を検出することができる。特に、本発明 **製や別の影響を収けることなく、国像中から先行車や歩** により阿容物を検出することができるため、明るさの変 方法および装置によれば、路面等の面からの高さの有無 では、路面と各撮影デバイスとの幾何学的な関係を、直 【発明の効果】以上述べたように、本発明の障害物検出

航空機やヘリコプター等の移動体が滑走路等の路面に沿 が、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、

【図面の簡単な説明】

別はこれに限定されるものではない。例えば、図11に のTVカメラを搭載した場合について説明したが、本発

一方、本沒施形態によれば、車両等の移動体に2台以上 除する際の路路物検川にも適用することが可能である。

示すように、移動体(非両15)には1台のTVカメラ

2を搭載し、予め車両15が走行する道路の路側の上方 50 【図1】本発明の実施の形態に係る障害物検川装置の概

略構成を示すプロック図。

道路平而上の白線を示す図。

カメラを搭載し、道路の路側に設置された道路監視用力

【図11】本発明の変形例として、移動体に1台のTV

メラを利用してステレオ祝を行う構成を示す図。

【図3】エピボーラ拘束を説明するための図。

右画像間の対応点の組を求める処理を説明するための 【図4】図1に示す特徴抽出部の自殺抽出処理および左

る阿害物検出装置を示すプロック図。 【図5】図1の構成に加えて、磐報発生処理機能を有す

装置を示すブロック図。 害物領域および安全領域の表示処理を有する障害物検出

【図7】図1に示す検出部の他の構成を示すプロック

【図8】ステレオ画像の一例を示す図。

【図9】右画像とその変換画像を示す図。

3

特開2000-293693

【図2】道路平面上に設定されたワールド座標系および

【図6】図1の構成に加えて、ディスプレイに対する間 10

【図10】 左画像と右画像の変換画像とを示す図。

2a, 2b TVカメラ 2 画像摄影鸽 1 障害物檢出装置 【符号の説明】 画像茶和部

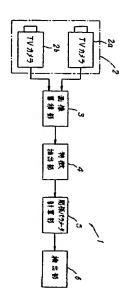
4 特徵抽出部 関係式パラメータ計算部

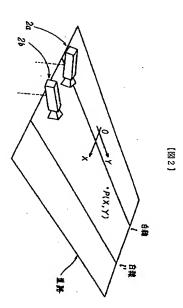
李出典 ディスプレイ 警報発生部

1 1 差異計算部 10 画像変換部

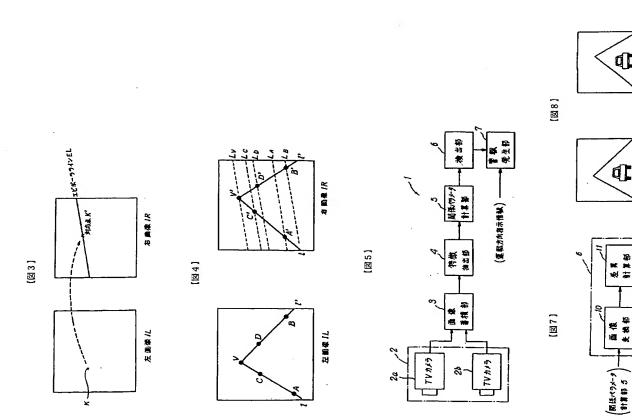
9 画像処理プロセッサ

図1





[図図]



大林馬森 写(以) [図10] 左通信 チ(ロ,ひ) ディスプレイ 東非面標 9"(以,) [図11] [6図] 名画像 g(u,v) **1**

出する障害物検出装置であって、 【開求項1】 複数の線を有する面上の鉛書物領域を検 [提出日] 平成11年7月13日(1999, 7.1 【発明の名称】 障害物検出方法および装置 [桶正对象档類名] 明細苷 【桶正对象项目名】全文 【蛰粒名】 明細醬 [特許請求の範囲] [桶正方法] 変更 [手統補正1]

[桶正内容]

右面像 g(u, v)

左南條 f(u,V)

1

非常的

[手統補正盘]

る画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された複数 の画像上に扱された前記複数の線を抽出し、抽出した複 数の級に基づいて前記複数の画像間の対応点を求める抽 手段と、このパラメータ計算手段により計算されたパラ メータにより定まる関係式に基づいて前記面に対して異 デバイスによりそれぞれ撮影された複数の画像を記憶す 出手段と、この抽出手段により求められた対応点に基づ いて、前記面上の任意の点の各画像への投影位置の間に 成り立つ関係式のパラメータを計算するパラメータ計算 国体や協勝する複数の協勝デバイスと、この複数の協勝

手段とを備えたことを特徴とする阿容物検出装置。 なる高さを行する領域を踏曲物領域として設出する設出

基準撮影デバイスの視点とを結ぶ直線の抑記参照画像上 照画像上の対応点は、前記基準画像上の任意の点と前記 記載の四倍物を記数四。 したとき、前記基準画像上の任意の点に対応する前記参 **残りの撮影デバイスにより撮影された直像を参照画像と 印描駅デバイスにより撮影された画像を基準画像とし、** への投影直報上に拘束されることを特徴とする請求項 1 【辯永凡2】 信託複数の描影デバイスの内の10の基

の殺および前記基準画像に対する前記参照画像上への投 彩川数に基づいて前記基準画像および向記参照画像間の 対応点の組を求めており、 【請求項3】 前記抽出手段は、前記基準画像上の複数

の組に基づいて、前記而上の任意の点の前記基準画像お **前記バラメータ計算手段は、前記抽出手段により求めら** 米引 2 記載の障害物換出装置。 式のパラメータを求める手段であることを特徴とする語 よび何紀参照画像に対する投影位語の間に成り立つ関係 れた前記基準画像および前記参照画像間の複数の対応点

め、河門基本画像上の複数の数の内の一以外の一本の数 の数の人の一本の数一十の第一の数数の点っ行詞が影画 像上の投影線との交点を第1の複数の対応点として求 【湖水項4】 前記抽出手段は、前記基準画像上の複数

の複数の点および第2の複数の対応点の組とを求めるよ を第2の複数の対応点として求めることにより、前結第 うにしたことを特徴とする間求項3記載の阿密物検用製 1の複数の点および第1の複数の対応点の組と前記第2 上の第2の複数の点と角記参照画像上の技影数との交点

の点に対応する前記参照画像上の対応点を、前記関係式 とする請求項3または4記載の附書物検出装置。 物領域に属するか否かを判定するようにしたことを特徴 の対応点の類似とを比較することにより、前記基準画像 特面像上の圧倒の点の類度と決められた曲記参照画像上 の点が前記而上に存在すると仮定した場合に、前記任意 上の任意の点が何記面に対して異なる高さを有する四音 パラメータにより定まる関係式に基づいて求め、前記基 【勘求項5】 前記級出手段は、前記基準画像上の任意

いて、仲記参照画像上の任意の点が向記面に対して異な 参照画像の任意の点が前記面上に存在すると仮定した場 れた参照値像との辞現を計算し、計算された辞異に基力 変換手段と、前記基準画像と前記変換手段により変換さ 合に、前記基準撮影デバイスで得られる画像に変換する 吳計算手段とを備えたことを特徴とする請求項 3 または る高さを行する陥留物領域に属するか活かを判定する遊 【請求項6】 前記校出手段は、前記参照画像を、当該

記念機参照画像との荒分を取ることにより前記范兆を計 【游求項7】 前記意吳計算手段は、前記基準画像と前

算するようにしたことを特徴とする請求項 6 記載の阿密

求項6記載の障害物検出装置。 とにより遊與を計算するようにしたことを特徴とする詰 変換参照画像間の輝度値の正規化相互相関を計算するこ 定し、設定したウインドウ内の前記基準画像および前記 **任頼の点に対して、この点を中心としたウインドウを認** 【請求項8】 前記差異計算手段は、前記参照画像上の

項記載の障害物検出装置。 破したことを特徴とする請求項1乃至8の内の何れか1 する路面であり、前記障害物検出装置を前記移動体に搭 【請求項9】 前記面は実空間で移動する移動体が走行

とする請求項9記載の知密物検出装置。 避するための所定の処理を行う手段を備えたことを特徴 られた際に、前記移動体の前記陷害物領域への移動を回 領域に対して前記移動体を移動させる移動指示情報が送 【請求項10】 前記検出手段により検出された障害物

なくとも1つの画像を、曲記検出手段により検出された る請求項10記載の知密物模出装置。 異なる嫉様で表示する表示手段を備えたことを特徴とす 間密物領域を当該画像上の他の安全領域の表示態様とは 【請求項11】 前記画像記憶手段により記憶された少

検出する障害物検出方法であって、 【請求項12】 複数の線を有する面上の障害物領域を

複数の線を抽出し、抽出した複数の線に基づいて前記複 複数の画像を撮影するステップと、撮影ステップにより る阿容物検出方法。 領域として検出するステップとを備えたことを特徴とす ータを計算するステップと、このパラメータ計算ステッ 点の各画像への投影位置の間に成り立つ関係式のパラメ により求められた対応点に基づいて、前記而上の任意の 数の画像間の対応点を求めるステップと、このステップ ステップにより記憶された複数の画像上に表された前記 撮影された複数の画像を記憶するステップと、この記憶 **ථいて前記而に対して異なる高さを有する領域を暗害物** プにより計算されたパラメータにより定まる関係式に基

【発明の詳細な説明】

車両以外の物体(以下、障害物と定義する)を検出する 障害物検川方法および装置に関する。 り、先行車等の他車両や歩行者等の道路上に存在する自 **車等の車両の運転を支援するために、TVカメラによ** 【発明の属する技術分野】道路等の而上を走行する自動

は、その障害物検出手段としてレーザや超音波等を利用 するものと、TVカメラを利用するものとに大別され 【従来の技術】道路上の時街物を検出するための技術

式は、レーザ自体が高価であるため、非実用的である。 【0003】障害物検出手段としてレーザを利用する方

> あり、これも実用性を阻害している。 超音波の解像度が低いため、障害物の検出特度に問題が また、障害物検知手段として超音波を利用する方式は、

> > ることができる。このステレオ祝を用いた障害物検出方式によれば、1台のカメラを用いた場合で区別すること

スチャを有する障害物を道路領域と区別して検出するこ が困難であった道路に對似した輝度、色、あるいはテク

【0010】ところた、通常のステレギ競技術は、画像

の面からも障害物検出に適することが分かっている。 比較的安価であり、その解像度や計測精度、計測範囲等 としてTVカメラを使用する方式は、TVカメラ自体が 【0004】上記2つの方式に対して、障害物検出手段

い中程度の輝度領域、つまり灰色の領域を抽出して道路 カメラで撮影した1枚の画像から、輝度や色、あるいは 台のカメラ(ステレオカメラ)を使用する方法がある。 領域を抽出し、それ以外の領域を阿密物領域としてい 領域を求めたり、テクスチャの少ない領域を求めて道路 と障害物質域とを分離する。例えば、画像中で彩度の低 テクスチャ(模様)等の情報を手がかりにして道路領域 を用いる場合、1台のTVカメラを使用する方法と複数 [0006] 1台のTVカメラを使用する方法は、その 【0005】道路上の障害物検出手段としてTVカメラ

るパラメータ(関係式パラメータ)を求める必要があ

勢(撮影方向等)、カメラレンズの焦点距離等)に関す 3次元位置を求める技術であり、このためには、あらか 上の任意の点のワールド座標系(絶対座標系)に対する

じめ各カメラのワールド座標系に対する関係(位置、姿

る。以下、関係式パラメータを求める作数(処理)をキ

ャリプレーションと序ぶ。

像への投影位置を求め、ワールド座標系に対するカメラ

対する位置が既知の多数の点を用意し、それらの点の画

【001.1】キャリプレーションは、ワールド感慨系に

の位置や姿勢、カメラレンズの焦点距離等に関する関係

式パラメータを算出する作業である。

区別するのは困難である。 た何度、色、あるいはテクスチャを有する障害物も数多 く存在するため、この方法で障害物領域と道路領域とを 【0007】しかしながら、道路上には、道路に類似し

業を行うには、多大な時間と労力を必要とするという問

【0012】しかしながら、上記キャリプレーション作

ある。ステレオ視とは、例えば2つのカメラを左右に配 出する。これは一般にステレオ祝と呼ばれる検出方式で 応づけ、三角潮讯の要領で、その点の3次元位置を求め 間し、3次元空間中で同一点である点を左右画像間で対 方法は3次元情報を手がかりにして道路上の障害物を検 【0008】これに対し、複数台のTVカメラを用いる

> 行うことなく、道路平面からの高さの有無を判別し、 を分離することのみに着目して、キャリプレーションを

【0013】そこで、画像上で道路領域と陪審物領域と

て、障害物を検出する方式が考え出されている。 さ有り→道路平面上の障害物、点さ無し→道路平面とし

【0014】このとき、道路平面からの高さの有無は、

以下のようにして判別できる。

(u, v), (u', v')とすれば、

【0015】道路平面上の点の左右回像への投影点を

の高さの有無により、陰害物領域と道路領域とを分離す の任意の点の道路平面からの高さを得ることができ、こ **やめらかごめぶめておくと、ステフキ技により、画像中** 【0009】各カメラの道路平面に対する位置や姿勢等

$$\frac{h_{11}u + h_{12}v + h_{13}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}} \quad v' = \frac{h_{21}u + h_{22}v + h_{23}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}} \quad \dots (1)$$

حر

[外1]

という関係式が成り立つ。なお、 n = (hii, hia, hia, hii, hii, hia,

h;, h;, h;) * (Tは転置記号) は、各カメラの道路平面に対する関係

(位置と姿勢、さらに、各カメラのレンズの焦点距離、画像原点等)を表す関係

式パラメータである。市は、予め道路平面上の4点以上の左右画像への投影点(

【0016】この関係式を用いて、左面像上の任意の点 u., v.)、(u.', v.')(i=1, 2, ..., N)から求めておく。

P(u,v)が道路平面上に存在すると仮定した場合の

右面像上の対応点P′(u', v')を求める。点Pが 道路平面上に存在すれば、点PとP′が正しい対応点の

[0017] [42] て、点PとP.の輝度の追いが大きい場合には、点Pは 障害物質域に属すると判定することができ、キャリプレ 組となるので、2点の輝度の遊は小さくなる。 したがっ **一ションを行うことなく障害物の判定を行うことが可能**

上近した道路平面からの高さの有無により障害物を殺出する方式は、ステレオ

現用の複数台のカメラが固定している際、すなわち、車両が停止している際にお

いては、道路平面と各カメラとの間の幾何学的な関係は変わらないため、一度次

めた関係式パラメータルを使って、道路平面上に存在する障害物を検出可能であ

ó

「発明が解決しようとする課題」上述したように、複数 **阿咨物検川装置は、超音波やレーザを検出手段として利** 台のTVカメラを川いて道路平面からの高さの有無によ りキャリブレーションを行うことなく障害物を検出する 用する装置と比べて安価で、かつ検出精度が高く、しか [0018]

も、キャリブレーション作業を不用にして障害物検出に かかる時間および労力を伝滅するという多くの利点を有

している。

(5)

[0019]

しかしながら、上記道路平面からの高さの有無により障害的を徴出する障害物

検出装置において、車両が走行している場合には、車両自体の援動や道路の傾斜

の変化等のため、道路平面と各カメラとの間の相対的な位置や姿勢等の関係は時

々刻々変化する。すなわち、車両走行中においては、道路平面と各カメラの幾何

学的関係は絶えず変化するため、関係式パラメータトも変化し、障害物の検出精

度が巻しく低下するという問題があった。

[0020] 本発明は上述した事情に鑑みてなされたも ので、エビボーラ拘束のみが呪知な複数のTVカメラを 川いて描形した철数枚の画像から、近上の2本以上の様 の幾何学的な関係を求めることにより、キャリブレーシ も、路面上に存在する障害物を検出することができる障 の投影像を抽出し、抽出した投影像から面と各カメラと ョンが不要で、走行中に振動や路面自体に傾斜があつて 害物検出方法および装置を提供することをその目的とす

(0021)

【歌览を解決するための手段】上述した目的を達成する ための第1の発明によれば、複数の線を有する面上の障 **沓物領域を検出する障害物検出装置であって、画像を撮** によりそれぞれ撮影された複数の画像を記憶する画像記 位手段と、この画像記位手段に記位された複数の画像上 路する複数の撮影デバイスと、この複数の撮影デバイス に扱された前記複数の線を抽出し、抽出した複数の線に 前記師上の任意の点の各画像への投影位置の間に成り立 と、この加出手段により求められた対応点に基づいて、 基づいて前記複数の画像間の対応点を求める抽出手段

タにより定まる関係式に基づいて前配面に対して異なる と、このパラメータ計算手段により計算されたパラメー 高さを有する領域を障害物領域として検出する検出手段 つ関係式のパラメータを計算するパラメータ計算手段 とを備えている。 [0022] 第1の発明において、前記複数の抽影デバ イスの内の1つの基準協勝デバイスにより協談された画 た画像を参照画像としたとき、前記基準画像上の任意の 点に対応する前記参照画像上の対応点は、前記基準画像 上の任意の点と前記基準撮影デバイスの視点とを結ぶ直 像を基準画像とし、残りの撮影デバイスにより撮影され 数の前記参照回像上への投影直線上に拘束される。

【0023】第1の発明において、好適には、前記抽出 手段は、前記基準画像上の複数の級および前記基準画像 に対する前記参照画像上への投影直数に基づいて前記基 り、前記パラメータ計算手段は、前記抽出手段により求 められた前記基準画像および前記参照画像間の複数の対

像および前記参照画像に対する投影位置の間に成り立つ

お点の組に基づいて、 前記面上の任意の点の 前記は 準調

関係式のパラメータを求める手段である。

[0024]第1の発明において、特に、前記抽出手段 は、前記基準画像上の複数の線の内の一本の線1上の第 の複数の対応点として求め、前記基準画像上の複数の数 国像上の投影線との交点を第2の複数の対応点として求 の対応点の組と前記第2の複数の点および第2の複数の の内の一以外の一本の様上の第2の複数の点と前記参照 めることにより、前記第1の複数の点および第1の複数 1の複数の点と前記参照画像上の投影線との交点を第1 対応点の組とを求めるようにしている。

[0025] 第1の発明において、好適には、前記検出 けして異なる高さを有する障害物領域に属するか否かを 手段は、前記基準画像上の任意の点が前記面上に存在す 5と仮定した場合に、前記任金の点に対応する前記参照 画像上の対応点を、前記関係式パラメータにより定まる 関係式に基づいて求め、前記基準画像上の任意の点の脚 度と求められた前記参照画像上の対応点の輝度とを比較 することにより、前記基準画像上の任意の点が前記面に 判定するようにしている。

[0026]第1の范明において、前記検出手段は、前 任すると仮定した場合に、前記基準撮影デバイスで得ら 記参照画像を、当該参照画像の任意の点が前配面上に存 れる画像に変換する変換手段と、前記基準画像と前記変 前記面に対して異なる高さを有する障害物領域に属する 算された差異に基づいて、前記参照画像上の任意の点が **機手段により変換された参照面像との差異を計算し、** か否かを判定する遊異計算手段とを備えている。

助する移動体が走行する路面であり、前記障害物検出装 [0027]第1の発明において、前記面は実空間で移 留を前記移動体に搭載している。

メータにより定まる関係式に基づいて前記面に対して異 る阳当物検出方法であって、複数の画像を撮影するステ ップと、協談ステップにより協談された複数の回像を記 複数の画像上に表された前記複数の線を抽出し、抽出し た複数の様に基づいて前記複数の画像間の対応点を求め 基づいて、前記面上の任意の点の各画像への投影位置の と、このパラメータ計算ステップにより計算されたパラ なる高さを行する領域を障害物領域として検出するステ 【0028】上述した目的を達成するための第2の発明 によれば、複数の線を有する面上の障害物領域を検出す 位するステップと、この記憶ステップにより記憶された るステップと、このステップにより求められた対応点に 間に成り立つ関係式のパラメータを計算するステップ ップとを備えている。

中等の路面(道路平面)上を走行する車両に搭載した左 右2台の画像撮影デバイス (TVカメラ、ステレオカメ 【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を添付図面を **参照して説明する。なお、本実施形態においては、自動** ラ)から、その走行方向前方における歩行者や先行車等

し、その想定状況での障害物級出装置による障害物後出 の道路平面上に存在する障害物を検出する状況を想定

特開2000-293693

9

[0030] 図1は、本実施の形態に係る障害物検出装 閏1の概略構成を示すプロック図である。

[0031] 本実施形態の障害物検出装置1は、道路平 の振動や道路平面の傾斜等により時々刻々変化する道路 面上を走行する車両に搭載されており、自車両の走行時 平面と各TVカメラとの幾何学的関係求め、その幾何学 的関係を用いて道路平面上に存在する障害物を検出し、 検出した障害物を表示するようになっている。

(左側TVカメラ2a、右側TVカメラ2b)を有する 基づいて関係式パラメータを計算するパラメータ計算部 5と、計算された関係式パラメータに基づいて道路平面 係る3次元空間内の共通の面である例えば走行方向前方 画像撮影部2と、TVカメラ2aにより撮影された画像 (左画像) およびTVカメラ2 bにより撮影された画像 左回像および右回像上において特徴となる2本以上の線 を抽出するための特徴抽出部4と、抽出された特徴級に に対して異なる高さを有する点を求めて、この点を仰省 物(障害物領域)として検出する検出部6とを備えてい [0032] すなわち、障害物検出装置1は、自車両に (右画像)を蓄積(記憶)するための画像蓄積部3と、 の道路平面上の画像を撮影する左右2台のTVカメラ

に、上記道路平面上の2本の叙を、道路平面両端の2本 のY軸に対して道路平面に沿って直交する方向をX値と [0033] 本実施形態においては、図2に示すよう の白袋 (1, 1,) とし、直殺1, 1, 方向をY側、 するワールド座標系(絶対座標系)を設定する。

[0034] 画像撮影部2は、左右2台のTVカメラ2 a、2 bにより道路平面上の2枚の画像(左画像11. 右画像IR)をそれぞれ撮影するようになっている。

[0035] 各TVカメラ2a、2bは、例えば所定間 左右に並べて取りつけられており、その撮影方向は、走 行車両の前方に限らず、後方やサイド方向であってもよ い。また、各TVカメラ2a、2bの焦点距離を切り換 えることにより、道路平面(路面)の状況に応じて、広 隔を空けて、例えばワールド座標系のX軸方向に沿った 角板影および劉遠攝影を行うことも可能である。

メラ2a、2bは、そのワールド座標系に対する位置や [0036] そして、本実施形態における2台のTVカ 姿勢は未知で、エピポーラ拘束のみが明知であるとし、 走行中に変化しないように構成されている。

陈では右回像とし、この画像を参照画像とも呼ぶ)上で の点(対応点) k'は、図3に示すように、その右画像 (本実施形版では左画像とし、この画像を基準画像とも 呼ぶ)上の任意の点とに対応する他方の画像(本実施形 [0037] ここで、エピボーラ构取とは、一般的なス テレオカメラに対して成り立つ构束であり、

とを右画像IR上に投影してそれらを結ぶことにより定 kと左側TVカメラ2aの視点(レンズの中心点位器) 呼ぶ。このエピボーララインELは、左回像1L上の点 【0038】この当数のことをエピボーララインELと IR上のある直線上に拘束されることを意味する。

画像IR上での対応点は、その右画像IR上における同 一走査製上に存在するので、エピポーララインと走査線 平行に配置した場合には、左側像11上の任意の点の右 【0039】例えば、各TVカメラ2a、2bの光軸を

【0040】エピポーラ拘束は、ステレオカメラ(左傾

$$(u_{i}', v_{i}', 1) F (u_{i}, v_{i}', 1)^{T} = 0$$

(但し、Fは、3×3のマトリクス) という関係式が成

知な点を用意する必要がなく、前述したキャリプレーシ ができるため、ワールド原標系に対する3次元位置が既 の組からマトリクスドを求めることができる。すなわ [0042] 8制以上、すなわち、N=8以上の対応点 マトリクスドを対応点の組のみを用いて求めること

$$(F_{11}u+F_{12}v+F_{13})u'+(F_{21}u+F_{22}v+F_{23})v'+(F_{31}u+F_{32}v+F_{33})=0$$

る。すなわち、式(2)がエピボーラ拘束を表す。ここ 行」別の敗珠である。 上にあることとなり、これがエピポーララインELとな Fij (1. j=1, 2, 3) はマトリケスFのi

された2枚の画像(左画像11、18)を画像メモリに それぞれ指摘するようになっている。 り、遺像植影郎2の名TVカメラ2a、2bにより植影 [0044] 画像蓄積部3は、画像メモリを有してお

いて、道路両端の2本の道線(白線)1、1、をそれぞ ぴメモリを有しており、既初に、画像茶稿部2により搭 褶された2枚の画像(左画像IL、右画像IR)上にお (0045)特徴抽出部4は、演算処理プロセッサおよ

V、はVのエピポーララインLv上にあることを利用す 各々B、Dとすると、特徴抽出部4は、これら4点の右 の任意の2点を各々A、C、直線1、上の任意の2点を 変換等を用いて行なう。直線1と1、は左右頭像1L、 れば、計算低を削減することが可能である。 IR上において、各々交点(消失点) V、V、を持ち、 (0047)このとき、左西像1L上における直線1上 [0046] なお、上記2本の直線抽出は、Hough

$$u' = \frac{h_{11}u + h_{12}v + h_{13}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}}.$$

間・姿勢の関係と、各カメラ2a、2bの内部パラメー が走行中に変化しないことを意味する。 に依存するため、エビボーラ拘束が不変であるというこ TVカメラ2a、右側TVカメラ2b) 間の相対的な位 とは、ステレオカメラ2a、2bの相対的な位置関係等 タ、すなわち、各カメラレンズの焦点距離、画像原点等

任意の対応点の組 (u i, v i)、 (u i , v i) おく。今、ステレオ画像(左画像IL、右画像IR)の 【0041】エピポーラ拘束は以下のようにして求めて

【数2】 (i=1, 2, ..., N) Icit,

$$v_{i}$$
, 1) $^{T}=0$ (2)

ョン処理(作数)に比べて、非常に簡単な処理によりマ トリクスFを求めることができる。

像IR上の直袋 と、左両像IL上のある点(u, v)の対応点は、右面 [0043] このようにして、マトリクス下が求まる

[数3]

$$(2)^{v+F_{23}})^{v'} + (F_{31}^{u+F_{32}})^{v+F_{33}} = 0$$

B), (u'c、v'c), (u'p、v'p)とす 点A', B', C', D'の座標データを、それぞれ D'も、それぞれ、点B、C、DのエビボーララインL 交点として求めることができ、同様に、点B. . C. R上において、点袋Iと点AのエピボーララインIAの (up, vp), (u a, v a), (u b, v a) B、LC、LDの交点として求めることができる。 [0049] ここで、仰られた点A、B、C、Dおよび [0048] すなわち、点Aの対応点A'は、右回像I

サおよびメモリを有しており、特徴抽出部4により求め 殻の点の左両像IL上の投影点(n, v) と右面像IR られた4組の点の対応関係に基力いて、道路平面上の任 メータ(関係式パラメータ)を計算する。 上の投影点(u'、v')の間に成り立つ関係式のパラ 【0050】パラメータ計算部5は、演算処理プロセッ

左右画像1L、1R上への投影点をそれぞれ(u. v) . (u' , v') とすれば、 【0051】今、道路平面上の任意の点P(X, Y)の

[数4]

脳像1R上の対応点A',B',C',D'を、エビボ

ーラ恒米を用いることにより求める。

$$\mathbf{v}' = \frac{\mathbf{h}_{21}\mathbf{u} + \mathbf{h}_{22}\mathbf{v} + \mathbf{h}_{23}}{\mathbf{h}_{31}\mathbf{u} + \mathbf{h}_{32}\mathbf{v} + \mathbf{h}_{33}} \quad \dots \dots (4)$$

なる関係式が成り立つ。 [0052][外4]

Cor, h = (hir, hir, hir, her, her, her, her, hir, hir, hir)

(Tは転便記号) は、各カメラ2a、2bのワールド座標系(遊路平面)に対す

る位置や方向、カメラレンズの焦点距離、画像原点等によって決まる関係式パラ

メータである。

(94.5) [0053]

すなわち、パラメータ計算部5は、上記関係式パラメータ h を特徴検出部4で

求められた4つの対応点の値((u x、 v x)、(u′x, v′x)~(u p, v p)・

(u'o、 v'a)) に基づいて計算する。

[946] [0054]

今、1つの解力が上式(4)を満足するならば、その力を定数は倍したよ力も

上式を満足するため、hss=1としても一般性を失わない。したがって、上式(

4)においてh,s=1として分母を払って整理すると、

[数5]

$$\begin{cases} u' = h_{11}u + h_{12}v + h_{13} - u' (h_{31}u + h_{32}v) \\ v' = h_{21}u + h_{22}v + h_{23} - v' (h_{31}u + h_{32}v) \end{cases}$$
 (5)

[外7] [0055]

上記方程式(5)を4組の対応ペア((ux、vx), (u'x, v'x)、(u a

、 ν ») . (u' », · ν' ») 、 (u ο, ν ο) , (u' ο, ν' ο) , (u », ν ») . (

8本の連立方程式が得られる。そこで、パラメータ計算部5は、上記8本の連立 u'o、v'o))がそれぞれ満足するため、8つの未知パラメータh;,~h;gに対

方程式を解くことにより、関係式パラメータh;,~h;;を求め、これらh;,~l

stとhss=1より、関係式パラメータhを求めることができる。

が道路平面上に存在すると仮定した場合の上記点P v) の類似をBL (u, v) とし、この点P (u, v) モリを有しており、左画像IL上の任意の点P(u、 前掲 (4) 式に基づいて求める。 【0056】検出部6は、演算処理プロセッサおよびメ (u, v) の右両像IR上での対応点P' (u, v) を

度をB R (u, v) とすると、点P (u, v) が実際に 組となるから、基本的には点PとP、の解度が同じにね 道路平面上に存在すれば、点PとP、は正しい対応点の [0057] 今、求められた点P' (u', v')の阿

[0058] すなわち、

(9)

(類技場が |・|)

[0059]

D= | B1 (u, v) -Bn (u', v') | とした場合、校出部6は、Dキ0,あるいは誤差を考慮 し、D>Thr (Thrはあらかじめ数定した関値)と なる点Pを障害物領域に属すると判定し、この点Pを障 容物として校出することができる。 以上述べたように、本実施形態の障害物検出装置1によれば、道路面上の複数

の線を用いて、各カメラの道路面との関係を表すパラメータ」を求め、この関係

式パラメータルに基づいて道路平面上の陶客物領域を彼出することができるため

自車両走行中における上述した走行車両自体の振動や道路の傾斜の変化等に影

響を受けることなく、障害物領域を検出することができる。

【0060】したがって、腎部物(腎部物質出質域)の 性の一層の向上に寄与することができる。

ば運転手のハンドル操作に応じた運転方向指示情報に基 物領域(障害物)に向かわせるための運転方向指示情報 が整報発生部7に送られると、整報発生部7は、障害物 [0061] 例えば、図5に示すように、検出部6によ り検出された障害物領域情報および自車両における例え づいて警報発生処理を行う警報発生部7を設けておくこ とにより、训転手のハンドル操作により、自車両を障害 領域情報および運転方向指示情報に基づいて自車両が降 **咨物領域に向かって走行することを判断し、警報を発生** [0062] この結果、走行車両の運転手は、自車両が 符害物へ向かって走行していることを認識することがで きるため、単両の安全性・信頼性の一個の向上に寄与す ることができる。

する処理や、障害物質域を表すマーカを左画像1L上の 障害物領域の座標位置に重畳表示する処理等を行う画像 [0063] さらに、本災施形態の変形例として、図6 に示すように、自車両内の運転手が視認できる位置に取 り付けられたディスプレイ8と、画像蓄積部3に蓄積さ 上記左回像ILに対して、障害物領域以外の安全領域と ば、安全領域を縁の表示色、障害物領域を赤の表示色に 検出部6により検出された障害物質域情報に基づいて、 れた例えば左画像!しをそのディスプレイ8に表示し、 障害物領域との表示態様を異ならせる表示処理 (例え 処理プロセッサ9とを設けてもよい。

存在する障害物領域と安全領域とがディスプレイ8上で により、辺低手の視界の死角に存在する障害物等を容易 かつ確実に認識することができ、単両の安全性・信頼性 [0064] このように構成すれば、走行車両の前方に **明確に識別できるため、ディスプレイ8を視認すること** の一層の向上に寄与することができる。

[0065]なお、本政権形態においては、画像撮影部

格成し、TVカメラ2a、2bにより2枚の画像を撮影 しているが、これら2台のカメラ28、2bは、エビボ **一ラ拘束を維持し、自車両に係る共通の平面をそれぞれ** 2の2台のTVカメラ2a、2bを左右に並べて中両に た、3台以上のTVカメラを車両に配置することも可能 が撮影可能であれば、どのように配置してもよい。ま

画像)上での対応点は、が各参照画像上のある直線上に の障害検出処理を行う際には、エピポーラ拘束は、3枚 以上の楹影画像の中の1枚の画像を基準画像とし、その 基準画像上の任意の点とに対応する残りの各画像(参照 【0066】3台以上のTVカメラを用いて本実施形態 拘束されることを意味する。 【0067】また、特徴抽出部4は左画像1しおよび右 画像1R上の4組の点の対応関係を求めたが、5組以上 の対応関係を同様に求めてもよい。この場合では、バラ メータ計算部5により、その5組以上の対応関係から得 られる10本以上の運立方程式を最小自張法等を用いて 解くことも可能である。

り、これら画像変換部10、差異計算部11は、演算処 に構成することも可能である。この変形例において、検 山部6は、画像変換部10、遊吳計算部11を備えてお [0068] また、検出部6は、さらに図7に示すよう 理プロセッサの処理機能として具体化される。

[0069] 画像変換部10は、参照画像である右画像 Rを以下の手順に従って回像変換する。

[0070] ―般に、画像は画像上の点 (n. v) を変 (u, v) として表現できる。以下では画像をこのよう 数とし、その各点に対して輝度値が定義された関数!

[0071] 例えば、図8に示すような、先行車両を含 佐画像をf(n, v)、右画像をg(n, v)、右画像 の変換後の画像をB゜(u、v)とすれば、画像変換部 10は、以下のように、変換画像g' (u, v) を求め むステレオ画像(左画像、右画像)が撮影されたとし、

g'(u, v) = g(u', v') (7) 例TVカメラ2 aで得られる画像である。 [0072] [数7]

らは、同図に示すような変換画像B' (u', v')が [0074] 例えば、図9に示す右画像g (n, v) か 得られる。図10に示すように、道路平面上にある点の

が可能である。

で表される差分ひ、を計算し、このひ、が、 D′ +0, あ め設定した関値)となる点(n, v)を障害物領域に属 るいは誤腔を考慮し、D′ンThr (Thrはあらかじ すると判定し、この点 (n, v) を障害物として検出す ることができる。

分をとることによって2枚の画像(左画像、右画像)の 【0077】また、検出部6の差異検出部は、画楽問差 差異を検出したが、本変形例はこれに限定されるもので

[0073] g' (n, v) は、固像g (n, v) 上の 任意の点が道路平面上に存在すると仮定した場合に、左 但し、(u', v')は、前掲式(4)により求める。

なわち、障害物(この場合は先行単両)上の点は、道路

からの高さに応じて異なる位置に投影される。

v')で同一となるのに対し、道路平面上にない点、

校房点は、店園像f(n,v)と炎校画像g. (n.

特閥2000-293693

(20)

(数8) $D' = \{ \{ (u, v) - g' (u, v) \} \}$

を検出することも可能である。

F (u, v), G (u, v) の点 (u, v) Cは、 [数9]

 $\sum_{\xi=-0}^{\nu} \sum_{\xi=-0}^{\nu} \frac{(F(u+\xi, v+\eta)-a_1)(G(u+\xi, v+\eta)-a_2)}{1-a_2}$

2枚の画像 F (n, v), G (n, v)のウィンドウ内 1), a1, a2は2枚の画像F (u, v), G (u, v) のウインドウ内の阿挺の平均、021,032は、 [0080] LLT. N= (2m+1) X (2m+ の阿度の分散である。

[0081] このとき、遊異計算部11は、計算値C< Fhr (Thrはあらかじめ数定した関値)を協足する 点(u, v)を障害物領域に属すると判定するようにな っている。

ように構成しても、障害物質域を容易に検出することが [0082]上述したように、検出部を変形例に示した てきる.

場合には白椒は曲椒となる。この場合には、白椒を曲椒 として抽出すれば、同様に障害物を検出することができ 【0083】また、本実施例では道路平面の両端の2本 の白線を直線として抽出したが、道路がカープしている

【0084】また、本実施形態では、道路面を平面と仮 定して説明したが、曲面の場合であっても、平面の場合 と同様に障害物を検出することができる。

した各ブロック構成要素4~6それぞれが演算処理プロ セッサおよびメモリを有していると説明したが、本発明 [0085] さらに、本実施形態においては、図1に示

[0075] したがって、この左面像 f (u, v) と変 を収ることにより、道路平面上の障害物を検出すること |後回像g'(u', v')との間の差分 (画楽問差分) [0076] すなわち、遊児計算部11は、 (8)

(| • | (##8XVIII)

[0078] 例えば、検出部6の差異検出部は、各画像 (左面像、右面像)の対応する各点(各画案)に対して インドウ内の阿供値の正規化和互相関のを計算して遊覧 (2 m + 1) × (2 m + 1) のケインドウや設衍し、

【0079】この場合、2枚の画像(左画像、右画像)

はこれに限定されるものではなく、1つの演算処理プロ セッサおよびメモリにより上述した特徴抽出部4の特徴 抽出処理、関係式パラメータ計算部の関係式パラメータ 計算処理および検出部6の障害物検出処理を行うように **満成することも回能である。**

関して説明したが、本発明はこれに限定されるものでは なく、例えば、航空機やヘリコブター等の移動体が滑走 路等の路面に着陸する際の障害物検団にも適用すること [0086]ところで、本実施形態では、道路而上を走 が可能である。

[0087] 一方、本実施形態によれば、車両等の移動 体に2台以上のTVカメラを搭載した場合について説明 したが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0088] 例えば、図11に示すように、移動体(単 5 が走行する道路の路側の上方に例えば所定間隔毎に散 より、上述したステレオ祝技術に基づく障害物検出処理 沿された道路監視用カメラ16の画像を利用することに **両15)には1台のTVカメラ2を搭載し、予め車両1** を行うことも可能である。

鉄通信装置17を経由して受け取り、この画像(第1の 位置近傍に設置された道路監視用カメラ16の画像を無 Vカメラ2Aを有する障害物被出装置1aは、その走行 【0089】すなわち、単両15に搭載された1台のT

(22)

実行することにより、道路上の障害物を検出することが (な) に基づいて上述したステレオ税技術に基づく処理を 画像)と自用両15により撮影された画像(第2の画

物校出処理を行うことができる。 信された第1の画像を用いることにより、連続した障害 方の監視用カメラ16から無線通信装置17を介して送 5の走行に応じて、自中両15の現在の走行位置に近い 【0091】このように構成すれば、上述した効果に加 【0090】そして、路密物板川抜田1aは、自耳両1

面像間で補託処理を行うことが必要である。 えて、車両に搭載するTVカメラの台数を減らすことが の大きさが現なる場合には、得られた第1および第2の お、中国に搭載されたTVカメラと道路監視用カメラと でき、障害物後出装置のシステムが簡素化される。な

であれば、如何なる変形も可能である。 【0092】その他、本発明の製旨を逸脱しない循照内

[0093]

により段音物を検出することができるため、明るさの数 行者等の阿语物を検出することができる。 野や郊の郊籍を及けることなく、画像中から先行車や歩 方法および装置によれば、路面等の面からの高さの有無 【発明の効果】以上述べたように、本発明の隔容物段出

その実用性を大幅に向上させることができる。 場合でも、安定に指上の腎治物を改出することができ、 求めているため、進行中の振動や道路平面に傾斜にある との幾何学的な関係を、直線校出等の簡単な処理により 【0094】特に、本発明では、路面と各撮影デバイス

【図1】本発明の実施の形態に係る障害物検出装置の概 図面の面単な説明】

県構成を示すプロック図 【図2】道路平面上に設定されたワールド廃療系および

道路平面上の白煙を示す図。

【四4】図1に示す特徴抽出館の白森抽出処理および右 【図3】 エピポーラ拘束を説明するための図。

TVDJS # # # # 拉皮 養红岩

装置を示すプロック図。 音物領域および安全領域の表示処理を有する障害物役出 右画像間の対応点の組を求める処理を説明するための る障害物後出装置を示すプロック図。 【図6】図1の構成に加えて、ディスプレイに対する短 【図5】図1の構成に加えて、雲報発生処理機能を有す 【図7】図1に示す検出部の他の構成を示すプロック

【図9】右画像とその変換画像を示す図。 【図8】ステレオ画像の一例を示す図。

【図10】左画像と右画像の変換画像とを示す図。

カメラを搭載し、道路の路側に設置された道路監視用カ メラを利用してステレオ視を行う構成を示す図。 【符号の説明】 【図11】本発明の変形例として、移動体に1台のTV

简音物模出装置

画家描象思

2a、2b TVカメラ

画像茶粉部

関係式パラメータ計算部

攻出段

特徵抽出部

ディスプレイ 管報発生部

0 画像処理プロセッサ 画像数楼部

[手続補正2] 差異計算部

【補正対象部類名】図面 【補正対象項目名】図1

[補正方法] 変更

植正内容]

TVDJF

(補正対象協類名) 図而 【手統制正3】

【袖正対象項目名】図2

[図2]

【手続補正7】

【植正対象哲類名】図面

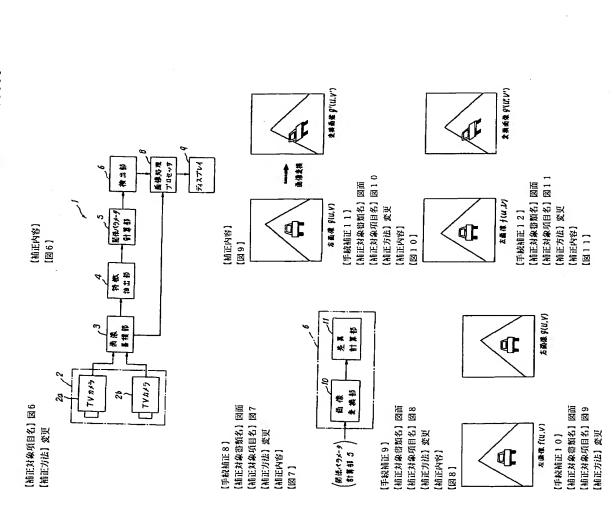
【補正内容】

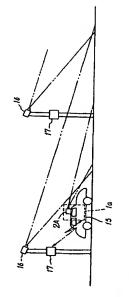
[植正方法] 変更

【手続補正4】 [補正対象項目名] 図3 [植正対象書類名] 図面 【植正対象母類名】図面 【手続補正6] 【植正対象項目名】図4 [手続補正5] 【補正対象項目名】図5 [植正対象發類名] 図面 TVカノラ 左面權 儿 左面像儿 香稅 部 出出地 (重载方向指示情報) (図3) (図5) (図4) [補正方法] 変更 [補正内容] 植正内容] 植正方法] 変更 袖正方法] 変更 補正内容] .P(X,Y) 右直接 /R 対応量で 医核のど 右孢素 IR 数 TK*~ララインEL **参**出忠 半



(23)





フロントページの概念

(72) 発明者 小野口 一郎

兵庫県神戸市東灘区本山南町8丁目6番26 号株式会社東芝閩西研究所内

DA15 DA16 DC03 DC22 DC34 5H180 AA01 CC04 CC24 LL01 LL02 LL08

Fターム(参考) 5B057 AA06 BA02 BA15 CE16 DA08